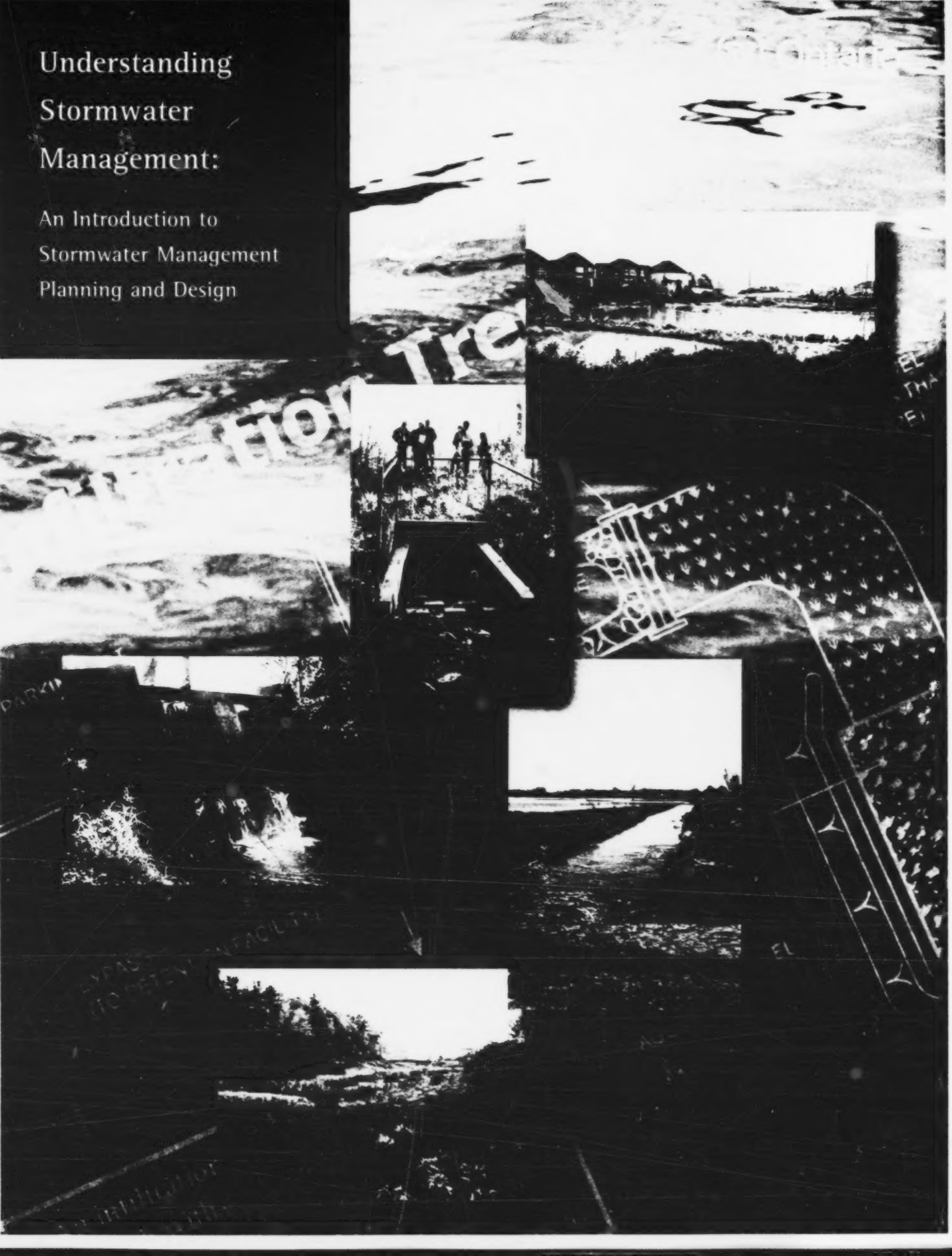
Understanding Stormwater Management:

An Introduction to Stormwater Management Planning and Design



103-04047/

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the photographs and diagrams from the following sources:

Center for Watershed Protection (CWP). 2001. *Impacts of Urbanization Watershed Leadership Kit, Volume 4* (CD format).

Center for Watershed Protection (CWP). 1999. *Approaches to the Impacts of Urbanization: Watershed Leadership Kit Volume 2* (CD format).

Ministry of the Environment (MOE). 2003. *Stormwater Management Planning and Design Manual 2003*. Prepared by Aquafor Beech Ltd. and Marshall Macklin Monaghan Ltd.

Ministry of the Environment (MOE), Environment Canada (EC), Toronto and Region Conservation Authority (TRCA) *et al.* 2001. *Stormwater Pollution Prevention Handbook*. Prepared by Totten Sims Hubicki Associates, Donald G. Weatherbe Associates, and Elizabeth Leedham.

Understanding Stormwater Management:

An Introduction to Stormwater Management Planning and Design

What is the Purpose of this Publication?

This "stormwater primer" is intended to foster an appreciation of the environmental concerns associated with stormwater and the work done by stormwater management practitioners. The purpose of the publication is to introduce some of the major concepts contained in the Ministry of the Environment's Stormwater Management Planning and Design Manual 2003.

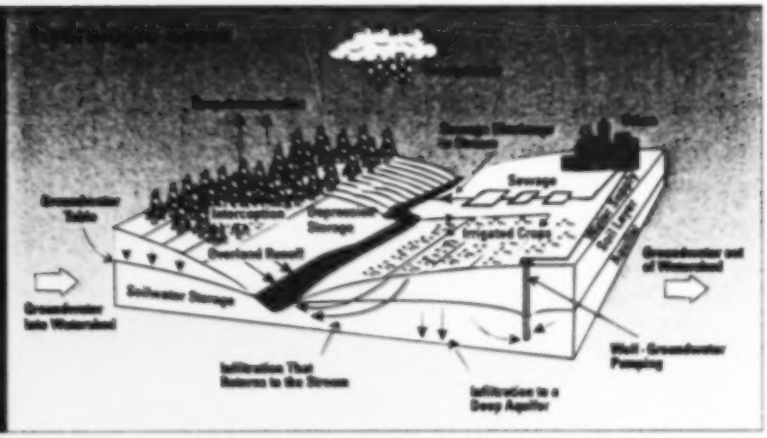
What is Stormwater?

Urban stormwater is rainfall and snowmelt that seeps into the ground or runs off the land into storm sewers, streams and lakes. It may also include runoff from activities such as watering lawns, washing cars and draining pools.

What is the Hydrologic Cycle?

The hydrologic cycle describes the continuous circulation of water between the oceans, atmosphere and land. Water is supplied to the atmosphere by evaporation from water and other surfaces, and transpiration from plants. It is returned to the land through precipitation. Within the land phase of the hydrologic cycle, water is stored by vegetation, snowpacks, land surfaces, water bodies and subsurface soils. Water is transported between these storage compartments via overland runoff, streamflow, infiltration, groundwater recharge, groundwater flow and groundwater discharge, among other processes (Figure 1).

Figure 1



Definitions:

Overland Runoff / water that travels over the ground surface to the channel

Stream flow / movement of water via channels

Groundwater flow / movement of water through the subsurface

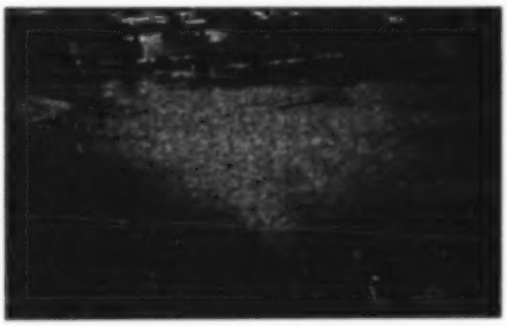
Infiltration / penetration of water through the ground surface

Groundwater recharge / water that reaches saturated zone

Source: Aftre, M. L. Davis, and Cornwell, D.A. Introduction to Environmental Engineering. 1991

How Does Development Affect the Hydrologic Cycle?

Humans interact with the hydrologic cycle by extracting water for agricultural, domestic, and industrial uses, and returning it as wastewater which may degrade water quality. Urban development also interferes with the natural transfers of water between storage compartments of the hydrologic cycle. There is decreased infiltration (seepage into the soil) of precipitation and snowmelt which leads to increased stormwater runoff. This is a direct consequence of the increase in impervious area (roads, driveways and buildings) that accompanies urban development. Figure 2 depicts the hydrologic cycle before and after development.



Hard surface, such as roads and buildings, are impervious and make it difficult for water to get into the ground.

Source: Center for Watershed Protection, 1999

Figure 2

Increased Stormwater Runoff Due to Development (Increased Imperviousness)

Development increases the amount of impervious cover and disrupts the natural water balance. The amount of stormwater runoff increases dramatically (see arrows).

Source: CWP, 1999

Why Manage Stormwater?

The ultimate goal of stormwater management is to maintain the health of streams, lakes and aquatic life as well as provide opportunities for human uses of water by mitigating the effects of urban development. To achieve this goal stormwater management strives to maintain the natural hydrologic cycle, prevent an increased risk of flooding, prevent undesirable stream erosion, and protect water quality.

Maintain the Natural Hydrologic Cycle

A decrease in infiltration reduces soil moisture replenishment and groundwater recharge. Soil moisture is required to sustain vegetation. Loss of groundwater recharge can reduce stream baseflow, the flow that continues between storms and sustains aquatic life. It can also reduce the quantity of groundwater available for domestic and agricultural water supplies.

Prevent an Increased Risk of Flooding

Summer floods, resulting from high intensity thunderstorms, are more common in urban areas because of the increased runoff of precipitation and the presence of systems that carry this runoff to streams quickly. Flooding can lead to loss of life and property damage.

Prevent Undesirable Stream Erosion

Erosion is a normal part of stream behaviour. Stormwater is managed to prevent excessive erosion that may prohibit a stream from fulfilling its normal function of conveying water and sediment. As a consequence of urbanization, there is an increase in the volume and rate at which sediment and water are delivered to streams. This causes an increase in the erosive forces on stream banks and beds that dislodge and transport particles and, over time, damage the natural form of streams (Figure 3). Streams change shape and enlarge, the size distribution

Figure 3: Effects of Development on Streams (at 5% and 30% impervious cover in watershed)

In watersheds with less than 5% impervious cover, streams are typically stable and pristine, maintaining good pool and riffle structure, a large, wetted perimeter during low flow, and a good riparian canopy coverage.

Sources: Top photo, CWP, 1999. Bottom photo, CWP, 1999

Box 1

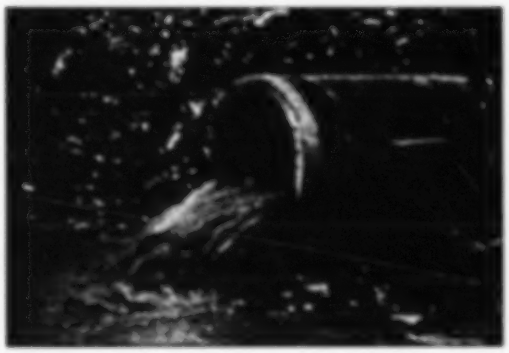
STORMWATER CONTAMINANTS AND THEIR SOURCES

Stormwater Contaminant	Source
Suspended Solids/Sediment	Construction sites, roads, winter sanding
Nutrients (nitrogen and phosphorous)	Fertilizers, pet wastes, yard wastes
Metals	Cars
Oil and Grease	Cars, leaks, spills
Bacteria	Pet wastes
Pesticides and Herbicides	Yard and garden care
Heat (increased water temperature)	Exposure to air in warm season

of stream bed sediments changes, and meander patterns may also be affected. Degradation of stream habitat leads to a decline in plant and animal diversity.

Protect Water Quality

Contaminants, such as oil, grease, metals and pesticides, tend to build up on surfaces in urbanized areas (Box 1). These contaminants come from sources such as pavement deterioration, tire and brake pad wear, vehicle emissions and spills (Figure 4). They may also come from yard and garden care, and pet feces. Stormwater runoff picks up these contaminants and can transfer them to streams or groundwater.

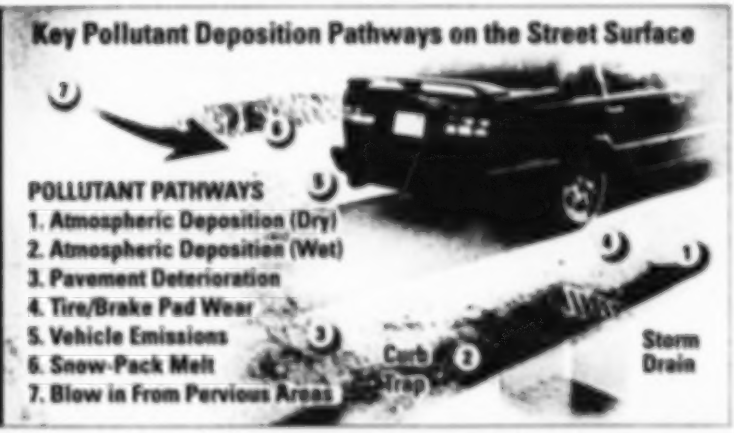


Stormwater directly discharged into lake without adequate water quality treatment.

Source: CWP, 1999

Degradation of water quality can result in a decline in plant and animal diversity. It may also affect drinking water supplies and recreational uses of water such as swimming.

Figure 4



Pollutants from the street surface can be picked up by stormwater and end up in a lake or stream.

Source: CWP, 1999

Contaminated stormwater contributes to water pollution.

Source: Mill et al, 2001

How Can So Many Goals Be Achieved?

Integrated Planning

Integrated planning should integrate land use planning and environmental planning, in order to balance environmental, social, and economic needs. Environmental plans include watershed plans which address environmental issues at a watershed level and subwatershed plans that cover smaller areas in more detail. In areas where development is contemplated environmental management plans and stormwater management plans are done which cover even smaller areas in even greater detail (Figure 5). These plans provide important information to key decision points in the land use planning process. The important natural features and functions of a watershed or subwatershed (Box 2), and their linkages or interrelationships must be identified. This involves scientific study, but stakeholders also help to define "importance" and set goals for their watershed.

Several strategies that meet the defined goals are developed to manage human activities within a watershed. These will involve various combinations of management options, including stormwater management practices. Integrated planning for stormwater management helps to ensure that preventative approaches are incorporated in the management strategies. Preventative approaches include protection of natural areas and site design of communities to reduce stormwater runoff generation. Integrated planning also helps to identify constraints and opportunities for the use of particular stormwater management practices.

A preferred strategy is selected from the management options and is evaluated against criteria such as public acceptance, cost, and technical feasibility.

Prevention

One of the key ways to achieve the goals of stormwater management is through prevention. Pollution prevention measures prevent the contamination of stormwater (Box 3). Municipalities, businesses and individuals can put pollution prevention measures into practice. The *Stormwater Pollution Prevention Handbook, 2001* provides fact sheets on a number of pollution prevention measures such as those listed in Box 3.

Box 2

DEFINITIONS OF WATERSHED AND SUBWATERSHED

A **watershed** is the land drained by a river and its tributaries. It is separated from adjacent watersheds by a land ridge or divide.

A **subwatershed** is the land that drains to a tributary of a river.

Figure 5

Graphical representation of environmental plans at different levels (watershed, subwatershed, and local/site-specific)

Source: MOE et al., 2003 (adapted)

Box 3

STORMWATER RELATED BENEFITS OF POLLUTION PREVENTION

Measure	Benefit
Xeriscaping (use of drought tolerant plants) and natural lawn care.	Water conservation and reduction of pesticides and fertilizers entering stormwater.
Safe storage, use and disposal of harmful products. Use of safer alternatives.	Reduction of toxic contaminants entering stormwater.
Reduced vehicle use.	Improved air quality, but also reduction of oil and grease, metals and other contaminants entering stormwater.
Proper disposal of pet feces and litter.	Reduction in oxygen demanding substances, nutrients and bacteria entering stormwater. Improved aesthetics.
Avoid excessive use of road salt and de-icers.	Reduction of contaminants entering stormwater. Particularly important because treating water to remove road salt is difficult.
Effective parking lot and street cleaning.	Reduction in sediment and many associated contaminants entering stormwater.

Reducing "car habitat" (Box 4) and protecting natural habitat go hand in hand to prevent the generation of stormwater runoff in the first place. Changes to municipal development standards, such as reducing front and side yard setbacks, may be required to implement some of the techniques for reducing car habitat.

Everyone has a role to play in prevention. It may be an active role, such as using public transit or safer products. It may mean accepting alternatives to large lot communities and traditional lawns.

Box 4

REDUCING CAR HABITAT

Reduce residential street width

Reduce residential street length (use alternative community layouts)

Reduce impervious area created by cul-de-sacs

Reduce length of driveways

Avoid excessive parking lot size

Use effective parking lot design

Vegetated Stream Buffers

Protecting Natural Areas

Natural areas perform a multitude of functions: maintenance of groundwater recharge and baseflow, prevention of stream erosion and flooding, and protection of water quality. In other words, they perform the same functions as stormwater management systems!

Vegetated stream buffers reduce the effects of development on a stream by filtering pollutants, providing shade and bank stability, and reducing the velocity of stormwater runoff. Wetlands store and slow flood water and enhance water quality. Forested areas reduce and delay stormwater runoff by intercepting and storing precipitation.

"Treatment Train"

Unfortunately, the effects of urbanization cannot be mitigated through prevention alone. A stormwater management "treatment train" is a series of practices that meets stormwater management objectives for a given area (Box 1).

SOME TERMINOLOGY USED BY STORMWATER PRACTITIONERS

A **stormwater management control, measure or practice**, such as a grassed swale or wet pond, is an individual element of a system. It may be a lot-level, conveyance, or end-of-pipe control. A practice may perform one or more functions, such as pretreatment or treatment, infiltration, or storage for flood and erosion control. However, a single practice can rarely perform all of the necessary functions of a stormwater management system.

A **stormwater management system** or **treatment train** is a series of practices that meets stormwater management objectives for an area. For example, rear yard soakaway pits (a lot-level control), grassed swales (a conveyance control), and a wet pond (an end-of-pipe control) may comprise a treatment train. For a commercial area, the treatment train might consist of oil/grit separators (pretreatment), filters (water quality control) and a wet pond (erosion, flooding, and quality control).

A **stormwater management strategy** is a combination of preventative measures and stormwater management systems that collectively minimize the effects of stormwater in a subwatershed. It may be a part of a larger management strategy that includes other techniques, such as channel restoration, to achieve the overall environmental goals set for the subwatershed.

The "treatment train" approach combining lot-level, conveyance and end-of-pipe controls, is required to meet the multiple objectives.

Lot-level controls are those that are applied on individual lots (e.g. on residential properties) or for areas less than two hectares. The stormwater runs off the lot into a ditch or a sewer which is part of the conveyance system. The conveyance system drains or conveys the runoff from the lots to an end-of-pipe facility. End-of-pipe control facilities are those that receive stormwater runoff from a conveyance system and discharge the treated water to receiving waters (usually a lake or stream).

More About the Treatment Train

Lot-level and Conveyance Controls

Most lot-level and conveyance controls may be classified either as storage controls or infiltration controls. Storage controls are designed to temporarily store stormwater runoff and release it at a controlled rate (Box 6). Although the volume of runoff does not decrease, the risk of flooding is reduced because all the stormwater runoff does not arrive at the stream at the same time.

The primary function of infiltration controls is to promote infiltration into the ground in order to maintain the natural hydrologic cycle (Box 7). This can be best accomplished by lot-level infiltration controls because these can best recreate the pre-development conditions.

Infiltration techniques can achieve water quality enhancement. However, these measures are ideally suited for the infiltration of relatively clean stormwater including rooftop and foundation drainage. Stormwater containing lots of sediment can plug infiltration controls unless the sediment is first removed (pretreatment). Practices that may be used for pretreatment are listed in Box 8.

Box 6

STORAGE CONTROLS

- Rooftop storage
- Parking lot storage
- Superpipe (oversized storm sewer) storage
- Rear yard storage

Box 7

INFILTRATION CONTROLS

- Reduced lot grading
- Rear yard surface ponding
- Rear yard soakaway pits
- Infiltration trenches
- Pervious pipe systems
- Grassed swales
- Vegetated filter strips

PRETREATMENT CONTROLS

- Sand filters
- Vegetated filter strips
- Grassed swales
- Oil/grit separators

Grassed Swales

Source: MMM et al., 1987

Infiltration of stormwater containing contaminants, such as road salt, can have the undesirable effect of impairing groundwater quality. Preventative measures to minimize the amount of road salt entering stormwater are important because stormwater pretreatment and treatment practices do not remove road salt.

End-of-Pipe Controls

End-of-pipe stormwater management practices must control the effects of urbanization which remain after preventative techniques and lot-level and conveyance measures have been applied. End-of-pipe facilities are usually required for flood and erosion control and water quality improvement, although lot-level and conveyance controls can reduce the size of the end-of-pipe facilities required (Box 9).

Box 9

END-OF-PIPE CONTROLS

Wet ponds
Wetlands
Dry ponds
Filters
Infiltration basins
Oil/grit separators

Stormwater Management Design Criteria

Design criteria may be thought of as the link between the goals set through environmental planning and the design of a stormwater management system. They are numeric expressions of the quality and quantity of water required to maintain the health and diversity of aquatic life and opportunities for human uses.

To Maintain the Hydrologic Cycle

A common approach to maintaining the hydrologic cycle is to specify that post-development infiltration must be equal to the pre-development infiltration. The quantity of water that must be infiltrated via stormwater controls, to compensate for vegetation changes and increased imperviousness, can be estimated using a range of techniques from equations to computer models.

The distribution of infiltration is also an important consideration. Even if the quantity of infiltration is kept the same after development, too much infiltration in a small area can change groundwater flow patterns including the locations of groundwater discharge. Wetlands and streams and the associated plants and animals depend on groundwater discharges. Computer models can address this spatial aspect but require a lot of good data (such as soil types and water levels) to be effective.

To Prevent an Increased Risk of Flooding

It is usually specified that maximum peak flows (or volumes per unit time) must not exceed pre-development values for large storms. Large storms include the 2, 5, 10, 25, and 100-year storms (Box 10).

Peak flows are controlled by detaining runoff so that it does not all reach the stream within a relatively short time period during or soon after a storm. But, care must be taken so that detained runoff from different parts of the watershed does not all arrive at the same location at the same time. Holding runoff longer in the upper parts of a watershed will ensure that this does not happen.

To Prevent Undesirable Stream Erosion

The erosive forces that tend to dislodge and transport stream channel materials are related to the volume and rate at which sediment and water are delivered to the stream. Stream channels change in response to the increase in erosive forces brought about by urbanization. The

Box 10

STORM FREQUENCY ANALYSIS

The 10-year storm refers to the storm that statistically occurs once every 10 years. The historical rainfall record is used for the statistical analysis. Large storms are extreme events. More extreme events occur less frequently. More rainfall is associated with the 25-year storm than with the 10-year storm (for a given storm duration).

severity of the change is related to the magnitude of the increase in erosive forces and the stream's ability to resist. The channel materials, the type and distribution of riverbank vegetation, and the existence of prior disturbances affecting a stream's stability are factors that contribute to its ability to resist changes.

Under pre-development conditions, stream channel form is governed by flows that fill the channel – these result from the two-year storm. After development, flows reaching between the half-way mark and top of the channel become more common and are responsible for the increase in erosion. Therefore, controlling the runoff from the storms causing these flows protects stream channels and the habitat they provide.

To Protect Water Quality

The criterion for quality is usually expressed in terms of the percentage of suspended solids/sediment which must be removed from stormwater to protect aquatic life. For example, 80% or better removal (also referred to as enhanced protection) may be required for sensitive aquatic habitats.

Suspended solids, including both organic and inorganic matter, increase turbidity (or decrease the clarity of water). This interferes with the photosynthetic activity of plants. It can also interfere with feeding for those fish that rely upon sight. Solids in suspension can clog the gills of fish. Sediment that settles may cover spawning areas and smother communities of organisms that live on the bottom of streams. The decay of organic matter exerts an oxygen demand that may severely depress the levels of dissolved oxygen in receiving waters. Other stormwater contaminants (such as metals, pesticides and some forms of nutrients) tend to be attracted to solids and are removed from stormwater with the solids.

Additional criteria may be needed for special concerns. For example, if recreational activities, such as swimming, occur downstream of a stormwater facility, there may be a criterion related to bacteria which the design will have to address. If the receiving water is a coldwater fishery, temperature may be a concern. This issue is described further in the section entitled *Too Hot*.

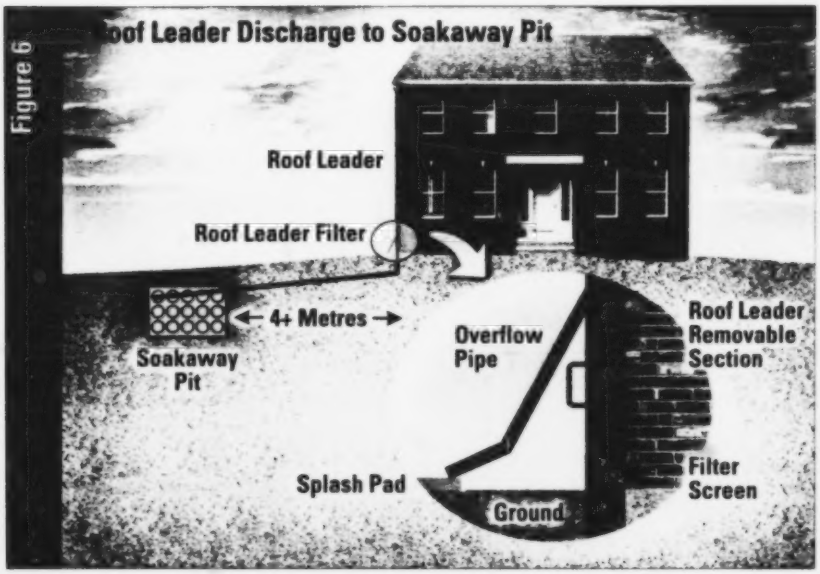
More About Selected Stormwater Management Practices

Stormwater management practices have diverse forms: at surface or below ground; permanently or only temporarily wet; with or without vegetation; promotes infiltration or detains stormwater. A variety of stormwater management practices are described below.

Soakaway Pits/Infiltration Trenches

Soakaway pits and infiltration trenches are stone-filled (golf ball size) excavations where stormwater runoff collects and then infiltrates into the ground. Infiltration trenches receive

stormwater from several lots in contrast to soakaway pits which are used for individual lots (Figure 6). A filter layer at the base of the trench provides water quality enhancement of the stormwater as it moves into the surrounding soils. These practices can only be used where soils allow the trench to empty within a reasonably short time.



Roof Leader Discharge to Soakaway Pit

Source: MOE, 2003

Grassed Swales

Grassed swales are typically shallow depressions several metres wide that convey stormwater. The vegetation slows and filters stormwater. Dams can be incorporated at intervals along swales to promote infiltration and settling of contaminants. Ditches and culverts (swales separated by culverts at driveways) may be used in residential areas as an effective alternative to curbs and gutters.

Pervious Pipe Systems

In a pervious pipe system, a perforated pipe is located in a bed of golf ball sized stone. The perforations allow water to flow out of the pipe as it is conveyed downstream. The water is stored in the stone medium until it can infiltrate into the surrounding soils. These systems can only be applied where the soils allow the storage medium to empty within a reasonably short time.

Dry Ponds

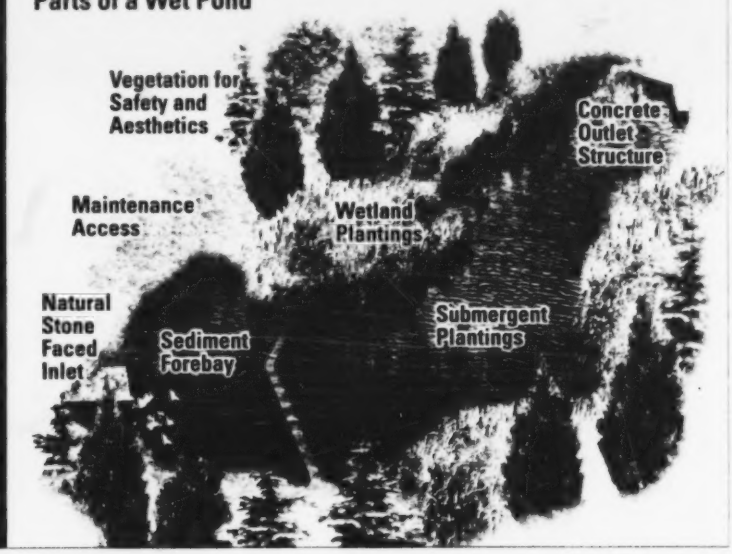
A dry pond is a detention basin designed to temporarily store collected stormwater runoff and release it at a controlled rate through an outlet. Dry ponds may have a deep pool of water in the sediment forebay to reduce scour and resuspension of sediment, but do not have a permanent pool of water in the main basin. This means that there is no opportunity for settling of contaminants between storm events and dilution of stormwater contaminants during storms. Therefore, although dry ponds can be effective for erosion and flood control, they do not perform as well as wet ponds for water quality control.

Wet Ponds

A wet pond is a detention basin designed to temporarily store collected stormwater runoff and release it at a controlled rate. It is different

Wet Pond

Figure 7



Parts of a Wet Pond

Source: MOE, 2003

from a dry pond in that it maintains a permanent pool of water between storm events. Wet ponds (Figure 7) are the most common end-of-pipe stormwater facility used in Ontario. A single wet pond can provide water quality, erosion, and flooding control. Box 11 describes how a wet pond works.

Constructed Wetlands

In contrast to wet ponds, constructed wetlands are dominated by shallow zones (less than 0.5 m). More vegetation can be incorporated into wetlands with the associated potential for water quality enhancement. However, because of their shallow depth, constructed wetlands are more land intensive than wet ponds and their application to flood control is limited.

Box 11

HOW DOES A WET POND WORK?

An inlet allows stormwater supplied by the conveyance system to go into the pond. The water first flows into a sediment forebay, a small basin located before the main pond. The stormwater rapidly slows down and drops much of its sediment load. The forebay design prevents erosion and re-suspension of the settled sediment and allows for easy removal of accumulated material.

From the forebay, water flows into the main pond. Wet ponds have a permanent pool of water. Stormwater flowing into a wet pond is diluted by the permanent pool. Between storms, sediment trapped in the permanent pool has time to settle. In addition to the permanent pool of water, wet ponds have an active storage volume which is used during and after a storm, but which subsequently drains. This active storage is multi-functional, but is needed particularly to store the runoff from larger storms which otherwise could contribute to erosion and flooding of the receiving stream.

Outlets are designed to detain water in the pond long enough to allow sediment removal and to alleviate erosion and flooding concerns. Multiple outlets are needed when water quality, erosion, and flooding control storage volumes are provided. The outlets may be at different elevations and be designed to allow the stored water to empty at different rates.

The effectiveness of a pond is improved by shaping it to lengthen the path of water between the inlet and outlet. Vegetation enhances water quality. The pond is graded and landscaped to stabilize banks and slopes, increase public safety, and provide aesthetic and recreational benefits.

Infiltration Basins

Infiltration basins may be needed in some situations to provide adequate groundwater recharge. However, water collected from a large area must infiltrate in a relatively small area. This does not replicate natural conditions as well as lot-level and conveyance infiltration controls. Infiltration basins can only be used where there are soils through which water can rapidly flow. They are ineffective for flood control because with larger water depths soil tends to be more compacted, allowing less infiltration. Pretreatment of stormwater is required to prevent groundwater contamination and clogging of soils.

Filters

Filters are stormwater management practices used for water quality control by filtering runoff through a bed of sand or other media. There are many types of filters. They may be at the surface or underground, and the filter media may be sand and/or organic material such as peat. Filters can be incorporated into most parking lot areas and commercial sites.

Vegetated Filter Strips

Vegetated filter strips (grass or forested) usually consist of a small dam and planted vegetation. The dam is constructed perpendicular to the direction of flow and ensures that the flow is spread evenly over the vegetation which filters out pollutants and promotes stormwater infiltration. Vegetated filter strips can be used as an infiltration control, or a pretreatment control, and are best used adjacent to a buffer strip, watercourse, or drainage swale.

Oil/Grit Separators (OGS)

Oil/grit separators (OGS) are used to trap and retain oil and sediment in detention chambers usually located below ground. Sizing and design of OGS depends on their function. OGS are used for spill control, as pretreatment devices, and for water quality control. OGS have been used for industrial and commercial sites, and large parking areas or transit facilities where there is sediment build-up and a higher risk of spills.

Stormwater Management Practice Design

Where to locate?

Physical factors may suggest the use of particular stormwater management practices and preclude the use of others, or they may point to special design requirements. Reduced lot grading is impractical for steeply sloping sites. Infiltration controls require soils coarser than loam and bedrock and water table depths greater than 1 metre, in order for them to empty within a reasonable time. Wet ponds and wetlands require drainage areas of at least 5 hectares or a high groundwater table to prevent permanent pools from becoming stagnant or drying up.

Some separation from constructed objects may be required. Soakaway pits and ponding areas should not be located near buildings to avoid foundation drainage problems. Infiltration trenches should be set back from sewage system leaching beds to avoid interference between these subsurface systems.

How big?

The sizing of a stormwater management practice depends upon the functions it is to perform and

follows from the design criteria. To address flooding concerns, a stormwater management practice must have the capacity to store large amounts of runoff generated infrequently by large storms or snowmelt events.

To address water quality concerns, only the runoff from smaller, more frequent storms needs to be stored. However, the stormwater must be held long enough for most of the sediment to settle out, so allowance is made in storage volumes in case a second storm follows on the heels of the first.

There is often a limit to the depth of water in stormwater management practices. The depth of water in rooftop storage may be limited to prevent exceedance of maximum loads on the structure. The depth of water in soakaway pits and trenches may be limited to ensure that the storage media can drain within a relatively short time. To maximize filtration in grassed swales and vegetated filter strips, flow depths should be minimized. The water depths in ponds and wetlands are limited for a variety of reasons including the tolerance of vegetation.

What else?

Knowing the required volume and depth restrictions, the configuration (depth, length, width, slopes) of the stormwater management practice can be optimized. Then, the unique features of each stormwater management practice must be designed. As an example, Box 12 lists the design details that might be specified for an infiltration trench.

More Design Challenges

Too Hot

Urbanization causes stormwater temperature to increase because stormwater drains over impervious areas like pavements and roads that get heated up during the summer. Stormwater management practices may exacerbate this problem. This is a major concern for coldwater fisheries. Thermal impacts may be reduced by minimizing the surface area of water exposed to the air, planting vegetation that shades open water, and releasing water in the early morning when it is coolest.

EXAMPLES OF DESIGN DETAILS FOR AN INFILTRATION TRENCH

Size and type of storage media	50 mm diameter clear stone
Depth and type of filter media	0.3 m sand with effective diameter (d_{10}) = 0.25 mm and coefficient of uniformity (C_u) < 3.5
Geotextile	Non-woven filter fabric at interface of trench and native material
Distribution pipes	100 mm diameter perforated pipe, 1 m spacing, 0.75 m below top of storage layer
Soil cover	1.0 m
Planting strategy	Grass/herb mixture. No deep rooted plants
Monitoring	Observation well

Box 12

Too Cold

Ontario's cold season presents some design challenges. Modifications to the slopes and diameters of pipes and to the locations of inlets and outlets may be required to prevent them from becoming blocked with ice. The permanent pool volume of wet ponds may need to be increased to compensate for the volume taken up when ice forms.

Too Much

Stormwater management practices designed primarily to improve water quality will not have the capacity to accommodate the larger flows that may be delivered by the conveyance system. Flow splitters (picture a concrete box with a dividing wall that does not extend all the way to the top) direct acceptable quantities of stormwater to the facility but bypass excess flows from larger events to another stormwater management practice or to the receiving water. This prevents problems such as re-suspension of sediment or damage to the facility.

Don't Forget the Maintenance

Lack of maintenance is one of the main reasons for poor system performance. During the first two years of operation, inspections after significant storms will ensure the system is functioning properly. After this, annual system inspections are usually done to identify maintenance needs.

Blockages may need to be cleared from inlets or outlets. Unhealthy vegetation may need to be tended or replaced. The design of stormwater management practices for water quality improvement is based primarily on settling of sediment. Therefore, at some point, accumulated material will need to be removed.

Maintenance is an important consideration during design. Maintenance and operation costs need to be considered in addition to capital costs when selecting a preferred management strategy.

Sediment accumulates in stormwater pond and needs to be removed periodically to maintain pollutant removal efficiency.

Source: MOE et al. 2001

Need More Technical Information?

The Stormwater Management Planning and Design Manual (2003) is available on the Ministry of Environment's (MOE) website at: http://www.ene.gov.on.ca.
Hard copies can be purchased from Publications Ontario at 1-800-668-9938/416-326-5300.

The Stormwater Pollution Prevention Handbook is available on the MOE's website at: http://www.ene.gov.on.ca.
Hard copies can be purchased from the MOE's Public Information Centre at 1-800-565-4923/416-325-4000.

Ministry of the Environment
Queen's Printer for Ontario, 2003

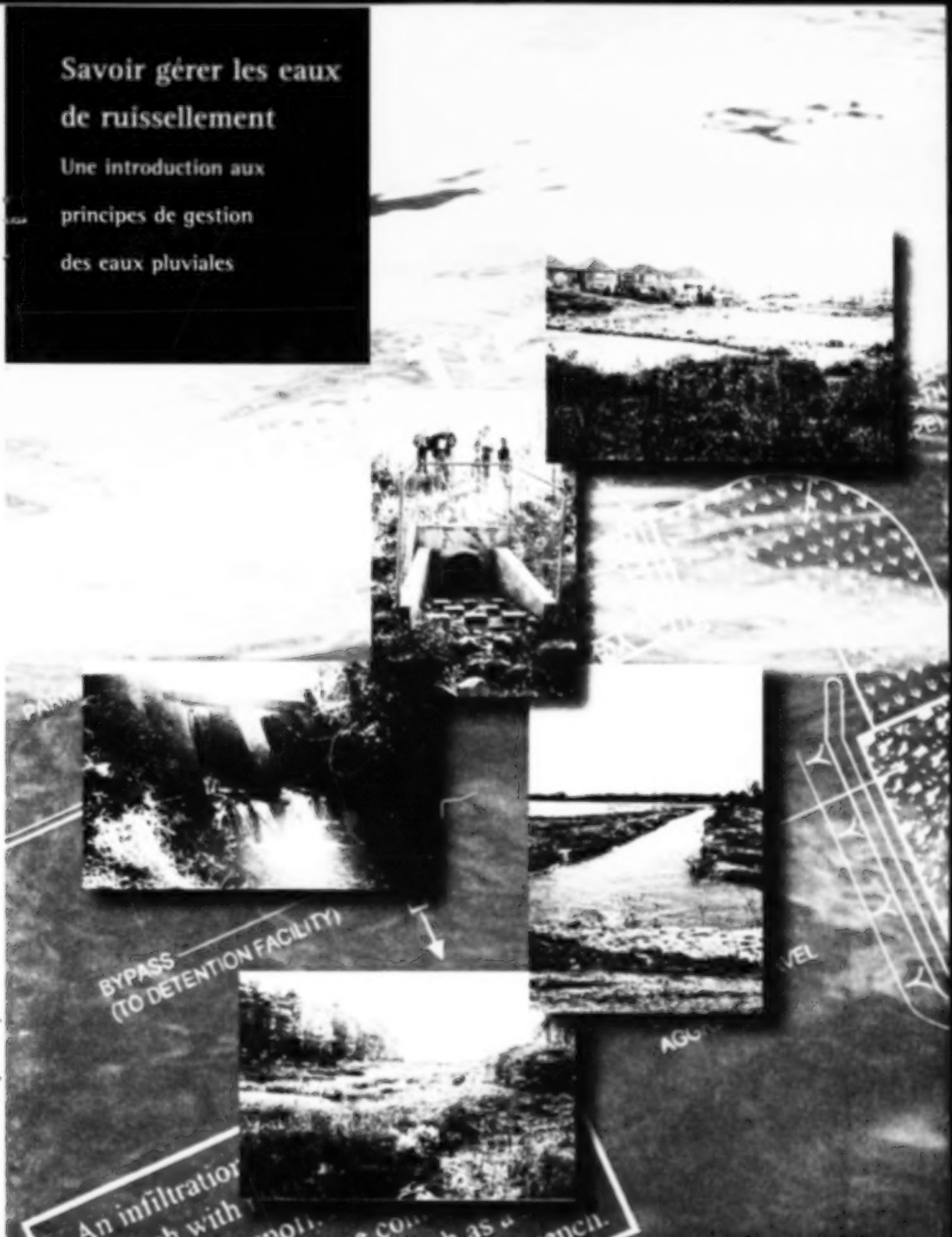
Printed on recycled paper

ISBN: 0-7794-3911-2

PIBS: 4328e

Savoir gérer les eaux de ruissellement

Une introduction aux principes de gestion des eaux pluviales



Remerciements

Nous nous montrons reconnaissants des photographies et des diagrammes que les organismes suivants nous ont gracieusement permis d'utiliser :

Center for Watershed Protection (CWP), *Impacts of Urbanization Watershed Leadership Kit, Volume 4* (sur cédérom), 2001.

Center for Watershed Protection (CWP), *Approaches to the Impacts of Urbanization: Watershed Leadership Kit Volume 2* (sur cédérom), 1999.

Ministère de l'Environnement, *Stormwater Management Planning and Design Manual 2003*, Aquafor Beech Ltd. et Marshall Macklin Monaghan Ltd., 2003.

Ministère de l'Environnement, Environnement Canada, Office de protection de la nature de Toronto et de sa région, et autres collaborateurs, *Stormwater Pollution Prevention Handbook*, Totten Sims Hubicki Associates, Donald G. Weatherbe Associates et Elizabeth Leedham, 2001.

Savoir gérer les eaux de ruissellement

Une introduction aux principes de gestion des eaux pluviales

Quel est l'objet de ce document ?

Cet « abécédaire des eaux pluviales » vise à favoriser une appréciation des préoccupations environnementales associées aux eaux pluviales et du travail que font les personnes qui les gèrent. Il présente quelques-unes des grandes notions exposées dans un document du ministère de l'Environnement intitulé *Stormwater Management Planning and Design Manual 2003*.

En quoi consistent les eaux pluviales ?

Les eaux pluviales d'origine urbaine sont les eaux provenant des précipitations (pluie et eaux de la fonte des neiges), qui s'introduisent dans les sols ou ruissellent sur la surface des sols et aboutissent dans des égouts pluviaux (les canalisations destinées à recueillir les eaux de pluie et les eaux de lavage des rues), des cours d'eau et des lacs. Elles comprennent également les eaux de ruissellement associées à des activités comme l'arrosage de pelouses, le lavage de véhicules et l'assèchement de piscines.

Qu'est-ce que le « cycle de l'eau » ?

Il s'agit du cheminement continuel de l'eau entre les océans, l'atmosphère et la Terre. L'eau qui tombe à la surface du globe retourne à l'atmosphère par évaporation des plans d'eau et transpiration des plantes, puis tombe de nouveau sous forme de précipitations. Avant de s'évaporer, l'eau qui tombe à la surface du globe est stockée dans la végétation, la neige, les sols superficiels, les plans d'eau et les couches inférieures des sols. Elle est transportée, entre autres, par ruissellement, écoulement, infiltration, alimentation des nappes souterraines et écoulement souterrain (figure 1).

Quelles sont les répercussions de l'aménagement urbain sur le cycle de l'eau ?

L'être humain exerce une action sur le cycle de l'eau lorsqu'il extrait de l'eau pour l'agriculture et ses utilisations ménagères et industrielles. Les eaux usées dégradent parfois les ressources en eau. L'aménagement urbain perturbe également les échanges naturels de l'eau entre les aires de stockage mentionnés plus haut (végétation, plans d'eau, sols, etc.), entre autres parce qu'il limite l'infiltration (percolation dans le sol) des précipitations et de la fonte des neiges, ce qui a pour effet d'accroître la quantité des eaux de ruissellement. C'est une conséquence directe de l'accroissement des aires étanches (routes, allées pavées et bâtiments) qui est associé à l'aménagement urbain. La figure 2 illustre le cycle de l'eau avant et après l'aménagement urbain.

Les surfaces dures comme celles qu'ont les routes et les immeubles sont imperméables et font qu'il est difficile pour l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol.

Source : Center for Water Protection, 1999

On les gère en premier lieu pour préserver la qualité des cours d'eau, des lacs et des habitats

Figure 1

Cycle de l'eau

Définitions :

Ruissellement : écoulement de l'eau de pluie à la surface du sol.

Écoulement : mouvement de l'eau dans une rigole, un canal, un fossé, etc.

Écoulement souterrain : mouvement de l'eau sous la surface du sol.

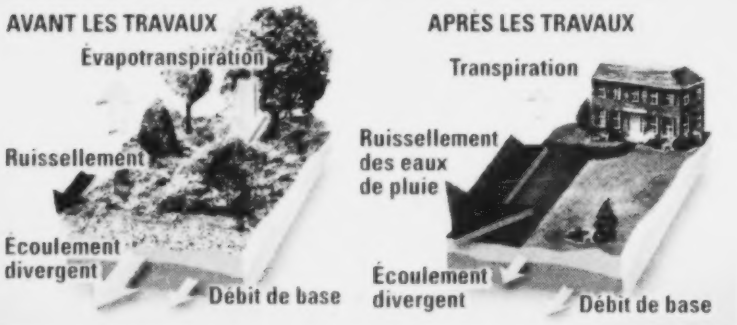
Infiltration : passage de l'eau à travers la surface du sol.

Alimentation d'une nappe souterraine : eau qui atteint une zone saturée.

Source : Davis, M.L., et D.A. Cornwell, Introduction to Environmental Engineering, 1991.

Figure 2

Accroissement du volume d'eaux de ruissellement en raison de l'aménagement urbain (imperméabilite accrue des surfaces)



L'aménagement urbain accroît le nombre de surfaces imperméables et perturbe le bilan hydrique naturel. Le volume des eaux de ruissellement s'accroît de façon phénoménale (voir les flèches).

Source : CWP, 1999

Pourquoi faut-il gérer les eaux pluviales ?

aquatiques, et pour garantir une eau potable de bonne qualité en atténuant les effets indésirables de l'aménagement urbain. Pour y parvenir, on essaie de maintenir le cycle naturel de l'eau, de prévenir les inondations et l'érosion, et de sauvegarder la qualité de l'eau.

Maintenir le cycle naturel de l'eau

Lorsqu'on diminue la quantité d'eau pouvant s'infiltrer dans les sols, on appauvrit l'humidité des sols et on ne favorise pas la reconstitution des nappes souterraines. Pour survivre, les plantes ont besoin d'un sol humide. L'appauvrissement de la reconstitution des nappes souterraines peut réduire le débit de base des cours d'eau, c'est-à-dire la quantité d'eau qui s'écoule entre les pluies et qui soutient la vie aquatique. Il peut également réduire la quantité des eaux souterraines disponibles pour l'agriculture et les utilisations ménagères.

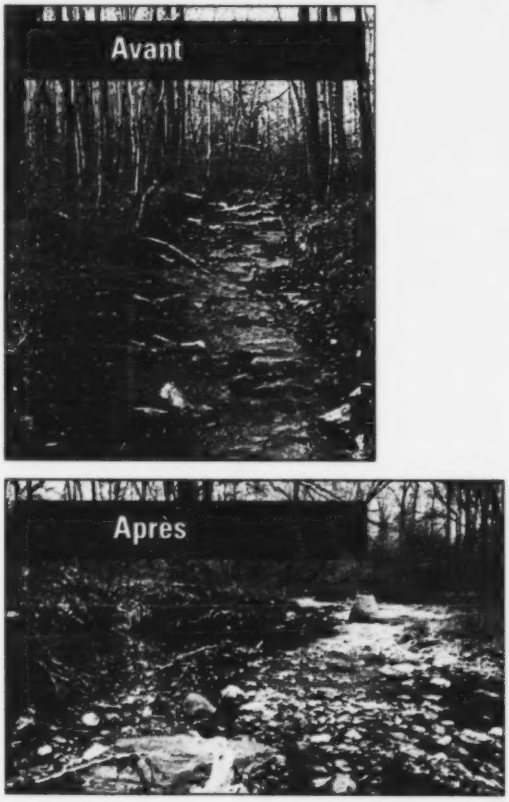
Prévenir les inondations

Les inondations estivales occasionnées par les orages violents sont plus fréquentes dans les zones urbaines pour deux raisons : l'écoulement superficiel des eaux de pluie est plus important et les réseaux d'égout entraînent rapidement ces eaux dans les cours d'eau. Les inondations peuvent occasionner des pertes humaines et matérielles.

Prévenir l'érosion des berges

L'érosion est un aspect normal de l'évolution des cours d'eau. On gère les eaux pluviales pour prévenir une érosion excessive qui pourrait empêcher un cours d'eau de remplir sa fonction normale, qui est de transporter de l'eau et des sédiments. L'urbanisation a pour conséquence d'accroître la quantité et la vitesse d'écoulement des sédiments et des eaux qui sont acheminés vers des cours d'eau. Cela intensifie l'usure des berges et du lit des cours d'eau, et modifie la forme naturelle de ceux-ci (figure 3). Les cours d'eau changent de forme et s'élargissent. Les sédiments

Figure 3 : Effets de l'aménagement urbain sur les cours d'eau (surfaces imperméables couvrant 5 p. 100 et 30 p.100 d'un bassin versant)



Dans les bassins versants dont la surface imperméable est inférieure à 5 p. 100, les cours d'eau sont habituellement stables et intacts, et présentent une bonne ossature et une bonne zone de courant, un grand périmètre mouillé pendant les périodes de faible écoulement et un bon couvert végétal riverain.

Sources : Photo supérieure, CWP, 1999. Photo inférieure : CWP, 1999.

Encadré 1

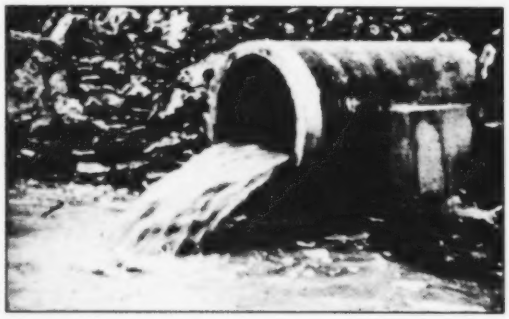
POLLUANTS DES EAUX PLUVIALES ET LEURS SOURCES

Polluants	Sources
Sédiments et particules en suspension	Chantiers de construction, routes, sablage des routes en hiver
Éléments nutritifs (azote et phosphore)	Engrais, déjections animales, résidus de jardinage
Métaux	Automobiles
Huile et graisse	Automobiles, fuites, déversements
Bactéries	Déjections animales
Pesticides et herbicides	Entretien des pelouses, des jardins et des potagers
Sel de voirie	Entretien des routes en hiver
Chaleur (hausse de la température de l'eau)	Exposition à l'air lorsqu'il fait chaud

se répartissent différemment sur le lit, et il arrive que les méandres se modifient. La dégradation des habitats aquatiques appauvrit la diversité des plantes et des animaux.

Protéger la qualité de l'eau

Des huiles, des métaux, des pesticides et d'autres polluants tendent à s'accumuler à la surface des zones urbaines (encadré 1). Ils proviennent de la détérioration du revêtement des routes, de l'usure des pneus et des patins de frein, des gaz d'échappement des véhicules et du déversement de substances liquides (figure 4). Ils peuvent aussi provenir des déjections animales, de l'entretien des pelouses et du jardinage. Les eaux pluviales qui s'écoulent à la surface des zones urbaines ramassent ces polluants et peuvent les entraîner dans des cours d'eau ou des eaux souterraines. La dégradation de l'eau peut appauvrir la diversité de la végétation et du monde animal. Elle peut également se répercuter sur les ressources en eau potable et les loisirs associés à l'eau, dont la baignade.



Eaux de pluie se déversant dans un lac sans avoir subi un traitement.

Source : CWP, 1999

Figure 4

Principales sources de polluants associés à la surface d'une rue

VOIES D'INTRODUCTION DE POLLUANTS

1. Dépôts atmosphériques (secs)
2. Dépôts atmosphériques (humides)
3. Détérioration du revêtement
4. Usure des pneus et des freins
5. Gaz d'échappement
6. Neige fondue
7. Polluants provenant d'aires perméables

Les polluants qui se déposent sur la surface des rues peuvent être ramassés par les eaux de pluie et aboutir dans un lac ou un cours d'eau.

Source : CWP, 1999

Des eaux de pluie souillées sont associées à la pollution de l'eau.

Source : ministère de l'Environnement et collaborateurs, 2001

Comment peut-on atteindre tant d'objectifs ?

Planification intégrée

La planification intégrée consiste à planifier en même temps l'utilisation des sols et la protection de l'environnement, afin d'équilibrer les impératifs écologiques, sociaux et économiques. Les plans de gestion de l'environnement comprennent des plans de gestion du bassin versant (qui abordent le bassin hydrographique dans son ensemble) et des plans de gestion des sous-bassins versants (qui portent sur certaines particularités des sous-ensembles du bassin hydrographique). Pour les endroits que l'on a l'intention de bâtir, on rédige des plans de gestion de l'environnement et de gestion des eaux pluviales portant sur de plus petites zones et de façon plus détaillée encore (figure 5). Ces plans fournissent des données importantes, qui favorisent les décisions associées à l'utilisation des terrains. Il faut relever les caractéristiques et fonctions naturelles du bassin versant et des sous-bassins (encadré 2), ainsi que les rapports entre ceux-ci. Cela nécessite évidemment une étude scientifique, mais les intéressés aident aussi à définir l'« importance » du bassin et à fixer des objectifs.

On emploie plusieurs stratégies, articulées autour des objectifs fixés, pour gérer les activités humaines à l'intérieur du bassin versant. Elles consistent en une combinaison de divers modes de gestion, dont les méthodes de gestion des eaux pluviales. En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, la planification intégrée garantit que la prévention fait partie intégrante des plans d'aménagement. Les mesures préventives visent à protéger les zones naturelles et à concevoir les zones bâties de façon à réduire le ruissellement des eaux pluviales. La planification intégrée aide aussi à relever les contraintes et les possibilités associées à des modes particuliers de gestion des eaux pluviales.

On choisit une stratégie entre les divers modes de gestion possibles et la compare point par point à des critères tels que l'acceptation du public, le coût et la faisabilité technique.

Prévention

La prévention de la pollution est l'un des principaux moyens d'atteindre les objectifs rattachés à la gestion des eaux pluviales, car elle écarte les risques de pollution des eaux pluviales (encadré 3). Les municipalités, les entreprises et les particuliers ont tous la possibilité de prévenir la pollution. Le document intitulé *Stormwater Pollution Prevention Handbook, 2001* décrit en détail toutes sortes de moyens de prévenir la

Encadré 2

DÉFINITION DE « BASSIN VERSANT » ET DE « SOUS-BASSIN VERSANT »

Bassin versant : territoire drainant ses eaux vers un cours d'eau et ses affluents. Il est séparé des bassins adjacents par une crête ou une barrière terrestre.

Sous-bassin versant : territoire drainant ses eaux vers les affluents d'un cours d'eau.

Figure 5

Étendue géographique des plans de gestion de l'environnement

Représentation graphique de plans de gestion de l'environnement selon différents niveaux (bassin versant, sous-bassin versant et site particulier)

Source : ministère de l'Environnement et collaborateurs, 2003 (dessin modifié)

Encadré 3

MESURES DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION SE RÉPERCUTANT SUR LES EAUX PLUVIALES

Mesures	Avantages
Utiliser des plantes adaptées aux milieux arides et entretenir les pelouses de façon naturelle.	On conserve l'eau et réduit la quantité de pesticides et d'engrais aboutissant dans les eaux pluviales.
Entreposer, utiliser et éliminer sécuritairement les produits dangereux. Utiliser des produits de substitution.	On réduit la quantité de substances toxiques aboutissant dans les eaux pluviales.
Moins utiliser les véhicules.	On améliore la qualité de l'air et réduit en outre la quantité d'huile, de graisse, de métaux et d'autres polluants aboutissant dans les eaux pluviales.
Éliminer consciencieusement les excréments des animaux de compagnie et leur litière.	On réduit la quantité de substances consommatrices d'oxygène, d'éléments nutritifs et de bactéries aboutissant dans les eaux pluviales. On embellit les lieux.
Utiliser consciencieusement le sel de voirie et les produits de dégivrage.	On réduit la quantité de polluants aboutissant dans les eaux pluviales. (C'est une mesure particulièrement importante, parce que le sel de voirie est difficile à extraire de l'eau.)
Bien nettoyer les parcs de stationnement et les rues.	On réduit la quantité de sédiments (et des nombreux polluants qui y sont associés) aboutissant dans les eaux pluviales.

pollution, dont ceux qui sont mentionnés dans l'encadré 3.

Lorsqu'il s'agit d'empêcher le ruissellement des eaux pluviales, la diminution de l'« espace-voiture » (encadré 4) et la protection du milieu naturel sont des mesures parfaitement appariées. Entre autres techniques, on pourrait modifier les normes d'aménagement urbain, en réduisant, par exemple, la bande d'espace libre entre le devant et le côté d'une propriété et l'alignement de voirie.

Tout le monde a un rôle à jouer pour prévenir la pollution. On peut s'engager activement, entre autres en prenant les transports en commun ou en utilisant des produits moins dangereux. On pourrait aussi délaisser les lotissements dotés de grands terrains privés et les pelouses conventionnelles.

Encadré 4

DIMINUTION DE L'« ESPACE-VOITURE »

Réduire la largeur des voies résidentielles.

Réduire la longueur des voies résidentielles (concevoir différemment les lotissements).

Réduire la superficie des aires étanches créées par les culs-de-sac.

Réduire la longueur des allées.

Éviter de construire des parcs de stationnement excessivement vastes.

Bien concevoir les parcs de stationnement.

Écrans de végétation de part et d'autre d'un cours d'eau

Protéger les aires naturelles

Les aires naturelles remplissent une multitude de fonctions : reconstitution des nappes souterraines, maintien du débit de base des cours d'eau, prévention de l'érosion des berges et des inondations, protection de la qualité de l'eau. Autrement dit, elles jouent les mêmes rôles que les systèmes de gestion des eaux pluviales !

Les écrans de végétation aménagés autour des cours d'eau atténuent les effets de l'aménagement urbain, entre autres en bloquant les polluants, en créant de l'ombre, en stabilisant les berges et en réduisant la vitesse d'écoulement des eaux pluviales ruisselantes. Les terres humides emmagasinent les eaux de crue et en ralentissent la progression. Elles peuvent aussi purifier l'eau. Les aires boisées ralentissent la progression des eaux pluviales ruisselantes en interceptant et en emmagasinant les précipitations.

« Train de traitement »

On ne peut malheureusement pas atténuer les effets de l'urbanisation uniquement par des mesures préventives. Il faut un « train de traitement », c'est-à-dire un ensemble de mesures mises en œuvre pour atteindre les objectifs que l'on a établis dans un secteur en particulier

Encadré 5

QUELQUES TERMES QU'EMPLOIENT LES GESTIONNAIRES DES EAUX PLUVIALES

Une **mesure de gestion des eaux pluviales** (p. ex., une baissière herbagée ou un étang) est un élément d'un système. Il peut s'agir d'une mesure prise aux lotissements, aux canalisations ou en bout de chaîne. La mesure peut remplir une ou plusieurs fonctions (prétraitement, traitement, infiltration, emmagasinage ou lutte contre l'érosion). Toutefois, une seule mesure peut rarement remplir toutes les fonctions nécessaires à la gestion des eaux pluviales.

Un **système de gestion des eaux pluviales** ou un **train de traitement** est un ensemble de méthodes permettant d'atteindre les objectifs fixés pour un secteur en particulier. Un train de traitement peut comprendre un puits de drainage aménagé dans la cour arrière d'une maison (mesure prise au lotissement), une baissière herbagée (mesure prise à la canalisation) et un étang (mesure prise en bout de chaîne). Dans une zone commerciale, le train de traitement pourrait comprendre un déshuileur-dessableur (prétraitement), des filtres (qualité de l'eau) et un étang (qualité de l'eau et lutte contre l'érosion et les inondations).

Une **stratégie de gestion des eaux pluviales** est un ensemble de mesures préventives et de systèmes de gestion des eaux pluviales que l'on utilise pour atténuer les effets des eaux pluviales à l'intérieur d'un sous-bassin versant. Elle peut faire partie d'un plan de gestion plus global, comprenant d'autres techniques (p. ex., la remise en état d'un canal) mises en œuvre pour atteindre les objectifs établis relativement au sous-bassin.

relativement à la gestion des eaux pluviales. Cela consiste à intervenir aux lotissements, aux canalisations et en bout de chaîne.

Les mesures dites « prises aux lotissements » sont les mesures que l'on prend aux terrains résidentiels ou dans les zones d'une superficie de moins de deux hectares. Les eaux pluviales ruissellent sur le terrain et se déversent dans un fossé ou un égout faisant partie du réseau de canalisations. Le réseau transporte les eaux jusqu'aux installations dites « en bout de chaîne », où les eaux pluviales subissent un traitement avant d'être déversées dans les eaux dites « réceptrices » (habituellement un lac ou un cours d'eau).

Autres aspects du train de traitement

Mesures prises aux lotissements et aux canalisations

La plupart des mesures prises aux lotissements et aux canalisations peuvent être classées soit dans la catégorie des mesures d'emmagasinage des eaux pluviales, soit dans celle des mesures d'infiltration.

Encadré 6

EMMAGASINAGE DES EAUX PLUVIALES

Citerne mise sur un toit
Citerne mise dans un parc de stationnement
Égout pluvial surdimensionné (une énorme canalisation servant à stocker temporairement les eaux pluviales après un orage)
Citerne mise dans une cour arrière

Encadré 7

INFILTRATION

Réduire le nivellement des terrains
Favoriser la formation de flaques d'eau dans les cours arrière
Installer un puits de drainage dans les cours arrière
Créer des fossés d'infiltration
Installer des canalisations perméables
Créer des baissières herbagées
Aménager des bandes de végétation

Les mesures d'emmagasinage visent à stocker temporairement les eaux pluviales ruisselantes, puis à les déverser petit à petit (encadré 6). Le volume ne diminue pas, mais on réduit les risques d'inondation parce que les eaux pluviales ne se déversent pas dans le cours d'eau en même temps.

Les mesures d'infiltration visent principalement à favoriser la percolation des eaux pluviales dans les sols afin de maintenir le plus possible le cycle naturel de l'eau (encadré 7). Le meilleur moyen d'atteindre cet objectif est de favoriser l'infiltration des eaux dans les sols des terrains résidentiels : c'est la meilleure façon de reproduire les conditions qui prévalaient avant la création d'un lotissement.

Encadré 8

PRÉTRAITEMENT

Filtre à sable
Bandes de végétation
Baissières herbagées
Déshuileur-dessableur

Les techniques favorisant l'infiltration des eaux pluviales peuvent accroître la qualité de l'eau. Toutefois, elles conviennent idéalement à l'infiltration d'eaux relativement propres (p. ex., les eaux déversées des toits et des drains aménagés près des fondations). Les eaux pluviales fortement chargées de sédiments peuvent obstruer

Baissières herbagées

Source : ministère de l'Environnement et collaborateurs, 2001

les ouvrages d'infiltration, à moins, bien entendu, qu'elles soient débarrassées de leurs sédiments en amont de l'ouvrage de l'infiltration (prétraitement). Quatre méthodes d'infiltration sont mentionnées à l'encadré 8.

Les eaux souterraines peuvent être dégradées par l'infiltration d'eaux pluviales renfermant des polluants tels que du sel de voirie. Il est important de réduire au minimum la quantité de sel de voirie qui s'introduit dans les eaux pluviales, car les techniques de prétraitement et de traitement n'enlèvent pas le sel de voirie.

Mesures prises en bout de chaîne

Les mesures prises en bout de chaine doivent maîtriser les effets de l'urbanisation qu'il n'a pas été possible d'atténuer au moyen de mesures préventives et de mesures prises aux lotissements et aux canalisations. Il faut généralement bâtir des ouvrages ou des installations capables de maîtriser les crues, de freiner l'érosion et d'améliorer la qualité de l'eau. On peut toutefois réduire la taille de telles installations en prenant des mesures aux lotissements et aux canalisations (encadré 9).

Encadré 9

MESURES PRISES EN BOUT DE CHAÎNE

Étangs

Terrains marécageux

Bassin de retenue (dit aussi « bassin d'orage »)

Filtres

Bassins d'infiltration

Déshuileur-dessableur

Critères de conception du système de gestion des eaux pluviales

Les critères de conception sont en quelque sorte le « pont » reliant les objectifs associés à la protection de l'environnement et la conception d'un système de gestion des eaux pluviales. Ils sont une expression numérique de la qualité et de la quantité des eaux qu'il faut garantir afin, d'une part, de maintenir la santé et la diversité des milieux aquatiques et, d'autre part, favoriser les utilisations de l'eau par l'être humain.

Maintenir le cycle de l'eau

La façon courante de maintenir le cycle de l'eau consiste à établir que le taux d'infiltration observé après la création d'un lotissement doit être égal à celui qui existait avant la création d'un lotissement. Pour déterminer la quantité des eaux à infiltrer dans les sols, au moyen des techniques de gestion des eaux pluviales, pour compenser la perte de végétation et de perméabilité, on peut utiliser diverses techniques, aussi simples que des équations et aussi complexes que des modèles informatiques.

La distribution des eaux infiltrées est également un facteur important. Même si la quantité des eaux infiltrées ne change pas après la création d'un lotissement, une infiltration surabondante dans une petite zone peut modifier la configuration d'écoulement des eaux souterraines, y compris les endroits où celles-ci se déversent. Les terrains marécageux et les cours d'eau, ainsi que les plantes et animaux qui y sont associés, dépendent des eaux souterraines. Les modèles informatiques peuvent résoudre ces difficultés d'ordre spatial, mais ils ont besoin, pour être efficaces, d'une foule de données de bonne qualité (caractéristiques des sols, niveau des eaux, etc.).

Atténuer les risques d'inondation

Il est habituellement prescrit que le débit de pointe maximal (ou le volume par unité de temps) ne doit pas dépasser le débit observé avant la création d'un lotissement, pendant de lourdes pluies d'orage, c'est-à-dire les grandes tempêtes à récurrence de 2, 5, 10, 25 et 100 ans (encadré 10).

On peut ralentir les débits de pointe en emmagasinant temporairement une partie des eaux ruisselantes pour qu'elles ne se déversent pas toutes en même temps dans un cours d'eau, au cours d'une période relativement courte ou peu après une tempête. Il faut faire en sorte que les eaux emmagasinées à divers endroits du bassin versant n'aboutissent pas au même endroit en même temps. Pour prévenir une telle situation, il faut retenir plus longtemps les eaux emmagasinées en amont du bassin versant.

Encadré 10

ANALYSE DE LA FRÉQUENCE DES TEMPÊTES

Une tempête dite « à récurrence de 10 ans » désigne une tempête qui a lieu statistiquement une fois tous les dix ans. Pour faire cette analyse statistique, on utilise des courbes pluviométriques. Les grandes tempêtes sont de violentes perturbations atmosphériques. Les « supertempêtes » sont moins fréquentes que les tempêtes ordinaires. Les précipitations associées à une tempête à récurrence de 25 ans sont plus fortes que celles associées à une tempête à récurrence de 10 ans (relativement à un temps donné).

Prévenir l'érosion indésirable du lit et des berges des cours d'eau

Les forces érosives qui tendent à déloger des matériaux et des sédiments (graviers, boues, limons, galets, etc.) et à les déposer en aval d'un cours d'eau sont reliées au volume et au débit des eaux pluviales et des sédiments entraînés vers le cours d'eau. L'accroissement des forces érosives attribuable à l'urbanisation modifie le lit des cours d'eau. L'intensité du changement est liée, d'une part, à l'amplitude de l'accroissement des forces érosives et, d'autre part, au degré de résistance du cours d'eau, lequel est déterminé par divers facteurs (les matériaux constituant le lit du cours d'eau, le genre de plantes établies autour du cours d'eau et la façon dont elles sont réparties, et la nature des perturbations subies antérieurement).

Avant la création d'un lotissement, la configuration d'un cours d'eau est gouvernée par les eaux remplissant le cours d'eau, et celles-ci sont le résultat des tempêtes à récurrence de deux ans. Après la création d'un lotissement, les eaux atteignant entre la moitié et le dessus du niveau du cours d'eau sont plus courantes et accélèrent l'érosion. On peut donc protéger le lit et les berges d'un cours d'eau, et l'habitat qu'ils fournissent, en maîtrisant le volume et le débit des eaux pluviales ruisselantes.

Protéger la qualité de l'eau

La qualité est habituellement exprimée en un pourcentage de sédiments qu'il faut extraire des eaux pluviales afin de protéger les milieux aquatiques. À titre d'exemple, il est parfois nécessaire, pour protéger des habitats aquatiques fragiles, d'extraire au moins 80 p. 100 des sédiments : c'est ce qu'on appelle une « protection accrue ».

Les matières en suspension (organiques et inorganiques) accroissent la turbidité de l'eau (elles diminuent la clarté de l'eau). Cela perturbe la photosynthèse des plantes et peut aussi nuire aux poissons qui ont besoin de bien voir pour se nourrir. Les matières en suspension peuvent obstruer les ouïes des poissons. Celles qui se déposent sur le lit du cours d'eau peuvent recouvrir les aires de fraie et détruire les organismes qui vivent au fond. En se décomposant, les matières organiques consomment beaucoup d'oxygène. Cela peut gravement affaiblir la teneur en oxygène dissous des eaux réceptrices. D'autres polluants entraînés par les eaux pluviales (métaux, pesticides et certains aliments nutritifs) ont tendance à se fixer aux particules solides : ils se déposent dans les eaux réceptrices en même temps que celles-ci.

Des préoccupations particulières nécessitent parfois d'autres critères de qualité. À titre d'exemple, si des activités récréatives (p. ex., la baignade) ont lieu en aval d'un ouvrage de gestion des eaux pluviales, la teneur en bactéries des eaux ruisselantes est un autre facteur dont il faut tenir compte. Si les eaux réceptrices fournissent un habitat à des poissons d'eaux froides, il faudra peut-être se préoccuper de la température des eaux. Cette question est traitée plus loin, à la section *Eaux trop chaudes*.

D'autres méthodes de gestion des eaux pluviales

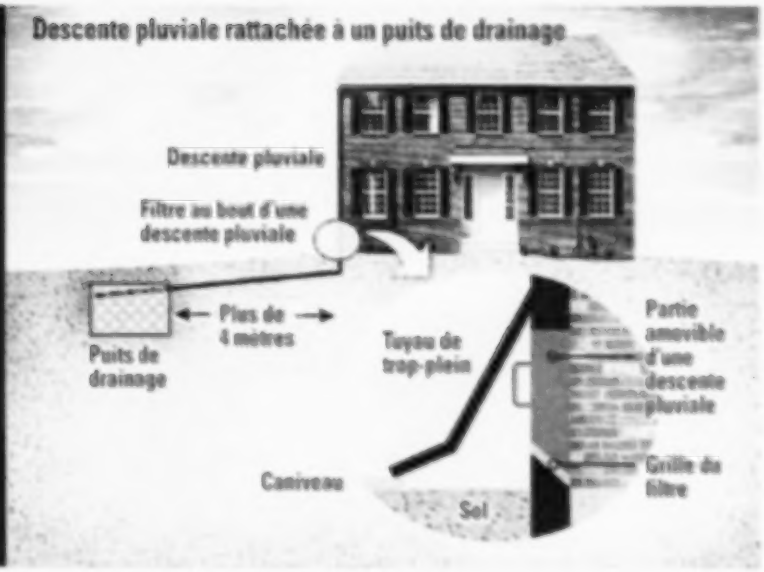
Les méthodes sont variées. Les mesures peuvent être prises à la surface du sol ou sous le sol. Les ouvrages peuvent être toujours humides ou temporairement humides. Ils peuvent être associés ou non à une végétation. Ils peuvent favoriser l'infiltration des eaux pluviales ou les retenir

temporairement. Nous avons décrit plus bas un certain nombre de mesures et de techniques.

Puits de drainage et fossés d'infiltration

Les puits de drainage et les fossés d'infiltration sont des excavations remplies de pierres (de la grosseur d'une balle de golf), où les eaux pluviales se ramassent avant de s'infiltrer dans le sol. Les fossés d'infiltration reçoivent des eaux pluviales provenant de plusieurs terrains, contrairement aux puits de drainage, qui reçoivent les eaux d'un seul terrain (figure 6). Une couche filtrante aménagée à la base du fossé permet d'assainir les eaux infiltrées. On ne peut utiliser de tels ouvrages que lorsque le sol sous-jacent permet au fossé de se vider relativement vite.

Figure 6



Descente pluviale rattachée à un puits de drainage

Source : ministère de l'Environnement, 2003

Baissières herbagées

Les baissières herbagées sont la plupart du temps des dépressions peu profondes, d'une largeur de plusieurs mètres, servant à retenir temporairement les eaux de pluie. La végétation ralentit l'écoulement des eaux et les purifie. On peut y associer des barrages disposés à intervalles réguliers afin de favoriser l'infiltration des eaux et la collecte des polluants. Dans les zones résidentielles, au lieu d'utiliser des gouttières et des bordures, on peut installer des fossés séparés par un ponceau (il s'agit en fait de deux baissières, aménagées de part et d'autre d'une allée et séparées par un ponceau).

Tuyaux perméables

Il s'agit d'installer un tuyau perforé dans un lit de pierres de la grosseur d'une balle de golf. Les perforations laissent l'eau s'écouler hors du tuyau lorsqu'elle se déplace en aval sous l'effet de la gravité. L'eau est emmagasinée dans le lit de pierres jusqu'à ce qu'elle puisse s'infiltrer dans le sol environnant. Un tel ouvrage ne convient qu'aux endroits où le sol est suffisamment perméable pour favoriser un écoulement relativement rapide de l'eau retenue dans le lit de pierres.

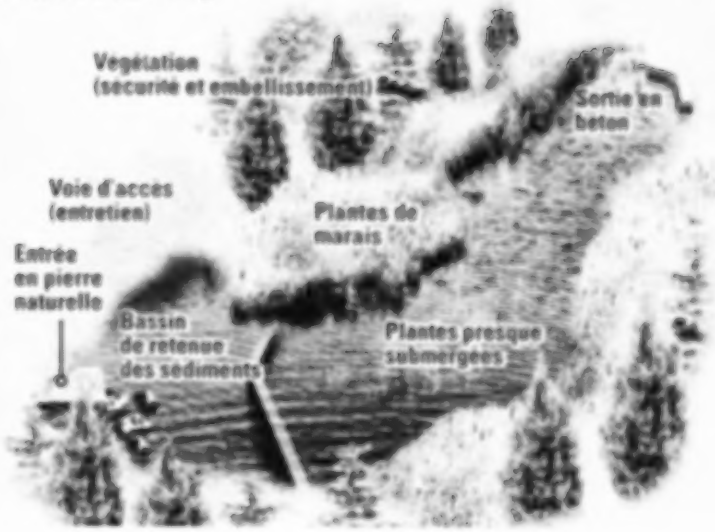
Bassins de retenue

Il s'agit d'un bassin conçu pour emmagasiner temporairement des eaux pluviales et les écouler petit à petit au moyen d'un tuyau. Les bassins de retenue sont parfois dotés d'un premier compartiment toujours rempli d'eau pour favoriser le dépôt des sédiments. Cependant, leur bassin principal n'est pas toujours rempli d'eau. Les polluants ne peuvent donc pas s'y déposer entre les tempêtes ou se diluer pendant une tempête. Par conséquent, les bassins de retenue réussissent bien

Étang

Figure 7

Parties d'un étang



Parties d'un étang

Source : Ministère de l'Environnement, 2003

à lutter contre l'érosion et les crues, mais ils ne sont pas aussi efficaces que les étangs pour assainir les eaux pluviales.

Étangs

Un étang est un bassin conçu pour emmagasiner temporairement les eaux de pluie et les écouler petit à petit. Il est différent d'un bassin de retenue, du fait qu'il est toujours rempli d'eau entre les tempêtes. Les étangs (figure 7) sont les ouvrages en bout de chaîne les plus utilisés en Ontario. Un seul étang peut assainir des eaux pluviales et lutter contre l'érosion et les crues. L'encadré 11 en décrit le fonctionnement.

Marais artificiels

Contrairement aux étangs, les marais artificiels sont dominés par des zones peu profondes (moins de 0,5 m). On peut en accroître la végétation pour en intensifier le pouvoir d'épuration. Ils nécessitent un plus vaste terrain que les étangs.

Encadré 11

FONCTIONNEMENT D'UN ÉTANG

Les eaux pluviales transportées par une canalisation ou un fossé sont acheminées dans un étang au moyen d'un tuyau. Les eaux se déversent d'abord dans un petit bassin de décantation situé un peu en amont de l'étang. Les eaux de pluie ralentissent rapidement leur course et y déposent, par gravité, une bonne partie des matières solides qu'elles renferment. Le bassin de décantation est conçu pour prévenir l'érosion de l'étang et la remise en suspension des sédiments. Il est aussi conçu pour qu'il soit facile d'en extraire les sédiments.

Après avoir franchi le bassin de décantation, les eaux s'écoulent dans l'étang, qui est toujours rempli d'eau. Les eaux pluviales qui s'y déversent sont diluées dans l'eau que contient en permanence l'étang. Entre les tempêtes, les matières solides mêlées aux eaux pluviales ont le temps de se déposer au fond de l'étang. Outre l'eau y baignant en permanence, les étangs ont la possibilité d'emmagasiner un certain volume d'eau pendant et après une tempête. Ces eaux excédentaires sont ensuite déversées. Cette capacité d'emmagasinage remplit plusieurs fonctions, mais elle est particulièrement utile pour stocker, pendant une grande tempête, des eaux de pluie qui, autrement, éroderaient et inonderaient le cours d'eau récepteur.

Les tuyaux de déversement sont conçus pour retenir les eaux assez longtemps pour que les sédiments puissent se déposer au fond de l'étang. On atténue ainsi les risques d'érosion et d'inondation. Lorsque l'étang doit non seulement limiter les risques d'érosion et d'inondation, mais aussi assainir les eaux pluviales, il faut le munir de plusieurs tuyaux de déversement. Ceux-ci sont logés à une hauteur différente les uns des autres, pour qu'ils déversent les eaux à différents intervalles. On peut accroître l'efficacité d'un étang en allongeant la distance que doivent franchir les eaux entre le tuyau d'admission et le tuyau de déversement. La végétation aide aussi à purifier les eaux de pluie. L'étang est aménagé sur un terrain incliné et paysagé. On peut ainsi en stabiliser les berges, accroître la sécurité du public et créer un effet de paysage naturel propre à la détente et aux loisirs de plein air.

car ils sont moins profonds que ceux-ci. Les marais artificiels offrent une défense limitée contre les inondations.

Bassins d'infiltration

Les bassins d'infiltration sont parfois nécessaires dans certaines situations pour garantir la reconstitution des nappes souterraines. Il faut cependant que les eaux pluviales, recueillies sur un assez vaste territoire, puissent s'infiltrer à l'intérieur d'une zone relativement petite. Cette méthode ne reproduit pas les conditions naturelles aussi bien que les mesures prises aux lotissements et aux canalisations. Les bassins d'infiltration ne peuvent être utilisés qu'aux endroits où le sol est relativement poreux et favorise une infiltration rapide des eaux pluviales. Ils sont inefficaces pour lutter contre les crues, parce que le sol reposant sous une grande profondeur d'eau est généralement compacté, et donc moins perméable à l'infiltration. Les eaux pluviales doivent subir un prétraitement pour prévenir la contamination et l'engorgement du sol.

Filtres

On utilise des filtres pour assainir les eaux pluviales. La filtration se fait sur un lit de sable ou à travers un autre milieu filtrant. Il y a de nombreuses sortes de filtres. Ils peuvent se trouver à la surface du sol ou sous le sol. Ils peuvent être faits de sable ou d'un matériau organique comme la tourbe (ou une combinaison de sable et de tourbe). On peut les intégrer dans la plupart des parcs de stationnement et des lieux commerciaux.

Bandes de végétation

Les bandes de végétation consistent habituellement en une petite barrière entourée de végétation (soit du gazon, soit des arbres). La barrière s'élève perpendiculairement à la direction d'écoulement des eaux. De cette façon, les eaux sont réparties uniformément sur la végétation, laquelle capte les polluants et favorise une bonne infiltration des eaux dans le sol. Les bandes de végétation remplissent deux fonctions : infiltration et prétraitement. On les utilise idéalement près d'une zone tampon, d'un cours d'eau ou d'un puits de drainage.

Déshuileurs-dessableurs

Les déshuileurs-dessableurs sont utilisés pour capter les corps huileux et les sédiments reposant au fond des bassins de décantation (qui se trouvent habituellement sous le sol). Leur fonction détermine leurs dimensions et leur configuration. On les utilise pour nettoyer les lieux d'un déversement, effectuer un traitement primaire ou épurer des eaux. On les trouve donc aux endroits particulièrement propices au dépôt de sédiments et aux déversements (lieux industriels et commerciaux, grands parcs de stationnement, installations de transport en commun, etc.).

Quelle méthode choisir ?

À quel endroit ?

Le milieu physique peut favoriser l'emploi d'une méthode en particulier et exclure d'emblée d'autres méthodes. Il peut également nécessiter une méthode originale. Il n'est pas pratique, par exemple, de réduire l'inclinaison d'un terrain très abrupt. Pour permettre un écoulement relativement rapide des eaux, les ouvrages d'infiltration doivent reposer sur un sol plus grossier que le limon. En outre, le socle rocheux et la nappe phréatique doivent se trouver à une profondeur supérieure à un mètre. Les étangs et les marais ont besoin d'une aire de drainage d'au moins cinq hectares (ou d'une nappe phréatique située assez près de la surface), pour empêcher la stagnation ou l'assèchement des eaux.

Il faut parfois prévoir une certaine distance entre l'ouvrage de gestion des eaux pluviales et des objets construits. Entre autres exemples, les puits de drainage et les étangs ne doivent pas se trouver près d'un bâtiment : ils pourraient favoriser une surabondance d'eau près de la fondation. Les fossés d'infiltration doivent être aménagés à une bonne distance du lit de percolation des fosses

orpiques, pour que les deux ouvrages ne se nuisent pas mutuellement.

Quelles dimensions ?

Les dimensions sont déterminées en fonction, d'une part, du rôle que doit jouer l'ouvrage de gestion des eaux pluviales et, d'autre part, des critères de conception. Pour prévenir ou atténuer les inondations, l'ouvrage doit pouvoir emmagasiner un large volume, c'est-à-dire un volume correspondant à celui des grandes tempêtes qui se rencontrent peu souvent ou à celui que produit la fonte subite des neiges.

Pour protéger la qualité des ressources en eau, seules doivent être emmagasinées les eaux de pluie associées aux petites et moyennes tempêtes qui ont lieu assez souvent. Il faut toutefois que les eaux de pluie soient retenues assez longtemps pour que la plupart des sédiments puissent se déposer au fond du bassin ou de l'étang. On prévoit donc une capacité suffisante pour que l'étang ou le bassin puisse emmagasiner les eaux que produiraient deux tempêtes d'affilée.

Il y a souvent une limite à la profondeur que peuvent avoir les eaux emmagasinées. Si les eaux sont emmagasinées dans une citerne mise sur un toit, il ne faut pas que leur poids excède le poids maximal que peut supporter la structure. Si on utilise un puits de drainage ou un fossé d'infiltration, il faut que les eaux puissent s'en écouler assez rapidement. L'ouvrage ne doit donc pas être excessivement profond. Le même principe s'applique aux bassières et aux bandes de végétation. Dans un étang ou un marais, la profondeur des eaux est déterminée par toutes sortes de facteurs, dont la quantité d'eau que peut supporter la végétation.

Quoi d'autre ?

Lorsqu'on connaît les contraintes associées au volume et à la profondeur des eaux à emmagasiner, on peut déterminer la profondeur, la longueur, la largeur et l'inclinaison de l'ouvrage, pour qu'il donne le meilleur rendement possible. On peut ensuite concevoir chaque aspect particulier de l'ouvrage. Sont présentées, à l'encadré 12, quelques caractéristiques que pourrait avoir un fossé d'infiltration.

Autres difficultés à résoudre

Eaux trop chaudes

En milieu urbain, les eaux pluviales augmentent de température parce qu'elles s'écoulent sur des surfaces bitumées ou pavées qui s'échauffent pendant l'été, et les méthodes de gestion des eaux pluviales peuvent intensifier ce problème. Cela

CARACTÉRISTIQUES QUE POURRAIT AVOIR UN FOSSÉ D'INFILTRATION

Dimensions et nature du milieu d'emmagasinement des eaux	Pierres de décantation d'un diamètre de 50 mm
Profondeur et nature du milieu filtrant	Couche de sable d'une profondeur de 0,3 m, d'un diamètre effectif (d_{10}) de 0,25 mm et d'un coefficient d'uniformité (C_u) inférieur à 3,5
Toile géotextile	Toile filtrante non tissée reposant contre le fossé et les matériaux de l'endroit
Tuyaux de distribution	Tuyaux perforés d'un diamètre de 100 mm, espacés de 1 m et situés à 0,75 m sous le dessus du fossé
Sol de couverture	1 m
Végétation	Mélange de gazon et d'herbe (pas de plantes à racines profondes)
Surveillance	Puits d'observation

ENCADRÉ 12

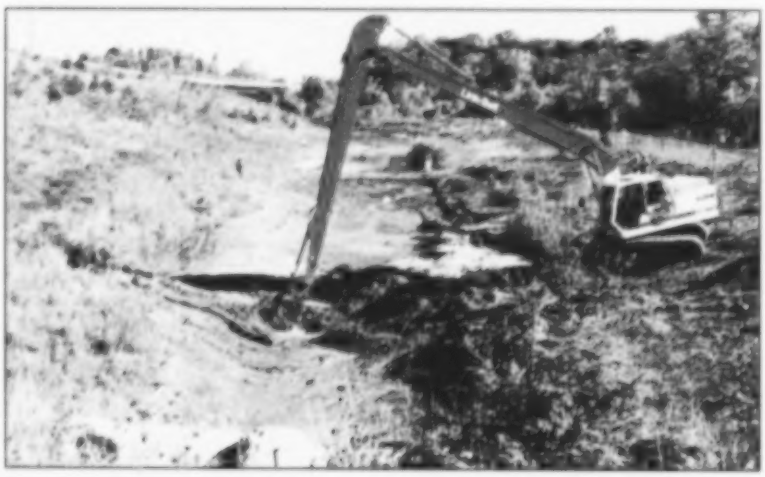
peut entraîner de graves conséquences lorsque les eaux de pluie sont déversées dans un milieu où vivent des poissons d'eaux froides. On peut réduire le choc thermique en minimisant la superficie des eaux exposées à l'air, en plantant de la végétation donnant de l'ombre et en relâchant les eaux tôt le matin, lorsqu'il fait le moins chaud.

Formation de glace

En Ontario, la saison froide présente des difficultés particulières. Il faut parfois modifier l'inclinaison des terrains, accroître le diamètre des canalisations et changer l'emplacement des tuyaux d'amenée et de déversement, pour qu'ils ne soient pas obstrués par de la glace. Il faut parfois accroître le volume des eaux qui baignent en permanence dans les étangs, afin de compenser la perte de volume causée par la formation de la glace.

Eaux surabondantes

Les ouvrages dont l'objet principal est d'accroître la qualité de l'eau n'ont pas une capacité suffisante pour recueillir la quantité relativement élevée des eaux transportées par le réseau de canalisations. On peut utiliser un répartiteur de débit (une boîte en béton dont la cloison mitoyenne n'atteint pas le dessus de la boîte), qui oriente une quantité acceptable d'eau vers l'ouvrage de gestion des eaux pluviales et dirige les eaux excédentaires vers d'autres installations ou vers les eaux réceptrices. On évite ainsi des problèmes comme la remise en suspension des sédiments ou l'endommagement des ouvrages de gestion des eaux pluviales.



Les sédiments s'accumulent dans le bassin d'eaux pluviales et doivent être extraits de temps à autre pour maintenir le pouvoir dépolluant du bassin.

Source : ministère de l'Environnement et collaborateurs, 2001

Il ne faut pas oublier l'entretien

Le manque d'entretien est l'une des principales causes d'un mauvais rendement. Au cours des deux premières années, il faut examiner les installations après chaque grande tempête pour voir si elles fonctionnent correctement. Après les deux premières années, on fait généralement une vérification annuelle.

Il faut parfois désobstruer les tuyaux d'amenée et de déversement. Il faut aussi parfois soigner ou remplacer la végétation malade. Les ouvrages dont la fonction principale est d'assainir l'eau finissent par accumuler une bonne quantité de sédiments. Il faut donc éventuellement les débarrasser de leurs sédiments.

L'entretien doit faire partie intégrante du plan technique. Lorsqu'on choisit une méthode de gestion des eaux pluviales, il ne faut pas seulement penser au coût d'infrastructure : il faut aussi tenir compte des coûts d'entretien et de fonctionnement.

Pour d'autres renseignements techniques

On peut obtenir un exemplaire du document intitulé *Stormwater Management Planning and Design Manual 2003* en s'adressant à Publications Ontario, au 1 800 668-9938 ou au 416 326-5300.

On peut obtenir le document intitulé *Stormwater Pollution Prevention Handbook* en s'adressant au Centre d'information du ministère de l'Environnement, au 1 800 565-4923 ou au 416 325-4000.

Ministère de l'Environnement
© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2003

Imprimé sur du papier recyclé

ISBN : 0-7794-3913-9

PIBS : 4328f